

2022년 국가직 9급 토목설계 기출문제

1. 콘크리트의 건조수축에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 습윤양생하에서 건조수축량은 증가한다.
- ② 물-시멘트비가 클수록 건조수축량은 감소한다.
- ③ 대기 중 습도가 증가하면 건조수축량은 감소한다.
- ④ 콘크리트 타설 시 다짐을 잘 하면 건조수축량은 증가한다.

정답 ③

- ① 습윤양생하면 건조수축량은 감소한다.
- ② 물-시멘트비가 클수록 건조수축량은 증가한다.
- ④ 콘크리트 타설 시 다짐을 잘 하면 건조수축량은 감소한다.

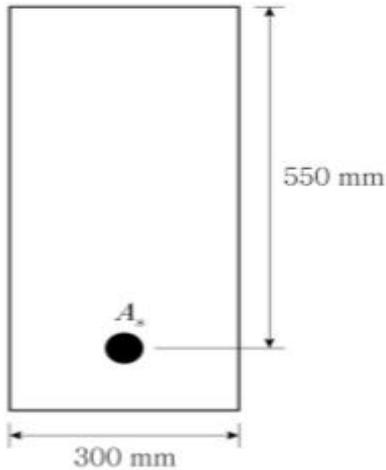
2. 콘크리트의 압축강도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 골재의 강도가 커질수록 콘크리트의 압축강도는 증가한다.
- ② 물-시멘트비가 작을수록 콘크리트의 압축강도는 증가한다.
- ③ 콘크리트를 건조양생하면 습윤양생에 비해 압축강도가 더 증가한다.
- ④ 콘크리트의 압축강도는 전이영역(transition zone)의 강도와 밀접한 관련이 있다.

정답 ③

- ③ 콘크리트의 습윤양생시 압축강도가 건조양생의 경우보다 더 증가한다.

3. 그림과 같은 직사각형 철근콘크리트 단면의 공칭휨강도 $M_n [kN \cdot m]$ 은? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 20MPa$, 철근의 항복강도 $f_y = 300MPa$, $A_s = 1,700mm^2$ 이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)



- ① 200 ② 255 ③ 295 ④ 315

정답 ②

② 콘크리트의 등가압축응력깊이를 구한 후에 공칭휨강도를 결정한다.

$f_{ck} = 20MPa$ 은 $40MPa$ 이므로 $\eta = 1.0$ 이다.

$$a = \frac{A_s f_y}{\eta 0.85 f_{ck} b} = \frac{1,700 \times 300}{1.0 \times 0.85 \times 20 \times 300} = 100mm$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1,700 \times 300 \times \left(550 - \frac{100}{2} \right) \times 10^{-6} = 255kN \cdot m$$

4. 슬래브와 보를 일체로 친 대칭 T형보의 플랜지 유효폭을 결정하는 기준에 해당하지 않는 것은? (단, t_f =플랜지의 두께, b_w =복부의 폭, KDS 14 20 10 : 2021을 따른다)

- ① $8b_w$
 ② $16t_f + b_w$
 ③ 보의 경간의 $\frac{1}{4}$
 ④ 양쪽 슬래브의 중심 간 거리

정답 ①

① 대칭 T형보의 플랜지의 유효폭은 다음 세 값 중에서 작은 값이다.

- ㉠ (양쪽으로 각각 내민 플랜지 두께의 8배씩) + b_w
 ㉡ 양쪽 슬래브의 중심간 거리
 ㉢ 보의 경간의 $\frac{1}{4}$

[참고]반 T형보

다음 세 값 중에서 작은 값이다.

- ① (한 쪽으로 내민 플랜지 두께의 6배) $+b_w$
- ② (보의 경간의 $\frac{1}{12}$) $+b_w$
- ③ (인접보와의 내측거리 의 $\frac{1}{2}$) $+b_w$

5. 복철근 직사각형보에서 압축철근을 배근하는 이유로 옳지 않은 것은?

- ① 전단철근 등 철근의 조립이 편리하다.
- ② 파괴 시 중립축의 깊이가 감소하여 부재의 연성이 증가한다.
- ③ 인장철근의 변형률 증가를 억제함으로써 탄성처짐을 감소시킨다.
- ④ 지진하중과 같이 하중의 작용 방향이 달라질 경우에 압축철근이 인장철근의 역할을 할 수 있다.

정답 ③

③ 콘크리트의 크리프와 건조수축에 의한 장기처짐을 적게 한다. 즉, 탄성처짐이 아니라 장기처짐을 적게 한다. 크리프는 하중을 콘크리트로부터 압축철근으로 전달하게 된다. 그 결과 콘크리트의 응력은 감소하게 되고, 크리프는 적게 되며, 지속 하중에 의한 처짐이 감소하게 된다.

6. 철근콘크리트 휨부재에서 철근의 항복강도 $f_y = 500MPa$ 일 때, 인장지배변형률의 한계값(㉠)과 최소허용인장변형률의 값(㉡)을 바르게 연결한 것은? (단, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)

	㉠	㉡
①	0.005	0.004
②	0.00625	0.004
③	0.005	0.005
④	0.00625	0.005

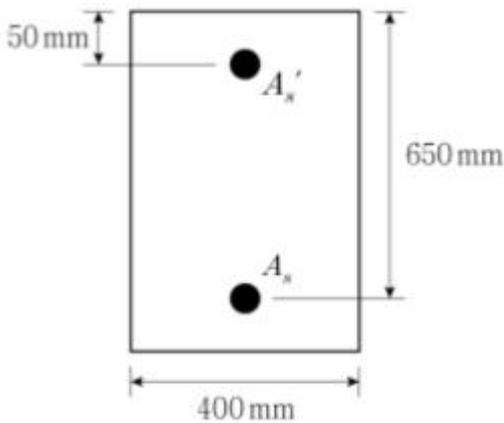
정답 ④

④ $f_y = 500MPa$ 일 때 최외단 인장지배변형률한계값 $\epsilon_{t,tcl}$ 과 최소허용인장변형률 $\epsilon_{t,min}$ 은 다음과 같다.

$$\epsilon_{t,tcl} = 2.5\epsilon_y = 2.5 \times \frac{f_y}{E_s} = 2.5 \times \frac{500}{2 \times 10^5} = 0.00625$$

$$\epsilon_{t,tcl} = 2\epsilon_y = 2 \times \frac{f_y}{E_s} = 2 \times \frac{500}{2 \times 10^5} = 0.005$$

7. 그림과 같이 휨모멘트를 받는 복철근 직사각형보의 콘크리트 압축연단이 극한변형률에 도달할 때, 압축철근의 변형률 ϵ_s' 에 대한 인장철근의 변형률 ϵ_s 의 비 $[\epsilon_s/\epsilon_s']$ 는? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 30MPa$, 철근의 항복강도 $f_y = 400MPa$, $A_s' = 420mm^2$, $A_s = 4,500mm^2$ 이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)



- ① 1.5 ② 2.0 ③ 2.5 ④ 3.0

정답 ④

④ 인장철근의 변형률 $\epsilon_s = \epsilon_{cu} \frac{d-c}{c}$ 이고, 압축철근의 변형률 $\epsilon_s' = \epsilon_{cu} \frac{c-d'}{c}$ 이다. 따라

서 $\frac{\epsilon_s}{\epsilon_s'} = \frac{d-c}{c-d'}$ 이다. 즉, 중립축의 위치 c 를 알아야 한다. $f_{ck} = 30MPa$ 이므로

$\eta = 1.0$, $\beta_1 = 0.80$ 이다.

$$c = \frac{1}{\beta_1} \times a = \frac{1}{\beta_1} \times \frac{(A_s - A_s')f_y}{\eta 0.85 f_{ck} b} = \frac{1}{0.80} \times \frac{(4,500 - 420) \times 400}{1.0 \times 0.85 \times 30 \times 400} = \frac{1}{0.80} \times 160 = 200mm$$

$$\therefore \frac{\epsilon_s}{\epsilon_s'} = \frac{d-c}{c-d'} = \frac{650-200}{200-50} = 3$$

8. 철근의 정착에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, KDS 14 20 52 : 2022를 따른다)

- ① 확대머리 이형철근은 경량콘크리트에 적용할 수 없다.
- ② 인장 이형철근의 정착길이는 공칭지름이 클수록 길어진다.
- ③ 인장 이형철근의 표준 갈고리는 압축을 받는 경우 철근 정착에 유효하지 않은 것으로 본다.
- ④ 동일한 철근과 콘크리트에 대해, 압축 이형철근이 인장 이형철근보다 더 큰 기본정착길이를 가진다.

정답 ④

④ 인장이형철근의 정착길이 $l_{db} = \frac{0.6d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}}$ 이고 압축이형철근의 정착길이 $l_{db} = \frac{0.25d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \geq 0.043d_b f_y$ 이다. 계수값의 크기에 따라 그 크기가 결정됨으로 인장이형철근의 계수는 0.6이고, 압축이형철근의 계수는 0.25이므로 동일한 철근과 콘크리트이라면 인장이형철근의 기본정착길이가 압축이형철근의 경우보다 더 길다.

9. 직사각형 철근콘크리트 단면의 계수전단력 $V_u = 350kN$ 일 때, 수직 배근된 전단철근의 최대간격 $s[mm]$ 는? (단, 단면폭 $b = 400mm$, 유효깊이 $d = 600mm$, 보통중량 콘크리트를 사용하였고, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 25MPa$, 전단철근의 항복강도 $f_y = 400MPa$, 전단철근의 단면적 $A_v = 200mm^2$ 이며, KDS 14 20 22 : 2022를 따른다)

- ① 120 ② 180 ③ 240 ④ 300

정답 ②

- ② 전단철근이 부담해야할 공칭전단력을 구한 후에 제한사항을 검토한다.
- ㉠ 전단철근의 간격(s)

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d = \frac{1}{6} \times 1.0 \times \sqrt{25} \times 400 \times 600 \times 10^{-3} = 200kN$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{350}{0.75} - 200 = \frac{800}{3} kN$$

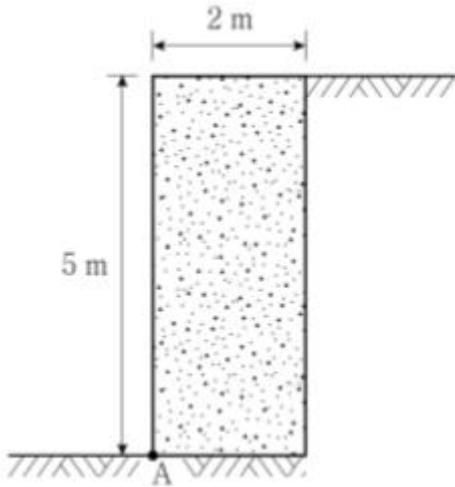
$$s \leq \frac{A_v f_{yt} d}{V_s} = \frac{200 \times 400 \times 600}{\frac{800}{3} \times 10^3} = 180mm$$

㉡ 검토

$$V_s \leq \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d (= 400kN) \text{에 해당됨으로}$$

$s \leq [\frac{d}{2}, 600]_{\min} = [\frac{600}{2}, 600]_{\min} = 300mm$ 을 만족시킴으로 전단철근의 최대 간격은 180mm가 된다.

10. 그림과 같이 사질토로 뒷채움된 철근콘크리트 옹벽의 A점에서의 전도 안전율은? (단, 흙의 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 흙의 단위중량 $\gamma = 18kN/m^3$, 철근콘크리트의 단위중량 $m_c = 25kN/m^3$ 이다)



- ① 2.0 ② 2.5 ③ 3.0 ④ 3.5

정답 ①

① 전도에 대한 안전율은 옹벽의 자중에 의한 저항모멘트와 횡토압에 의한 전도모멘트의 크기비로 구한다.

옹벽의 자중, $W = m_c b h = 25 \times 2 \times 5 = 250kN/m$

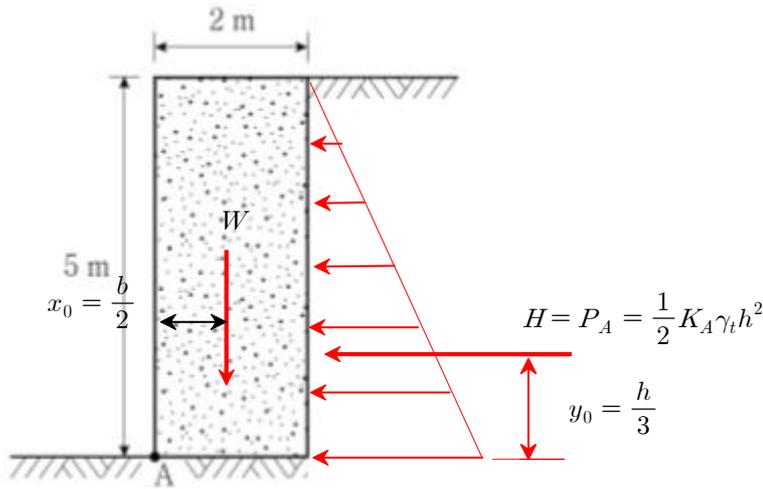
옹벽 자중의 작용위치, $x_0 = \frac{b}{2} = \frac{2}{2} = 1m$

주동토압계수, $K_A = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) = \tan^2(45^\circ - \frac{30}{2}) = (\frac{1}{\sqrt{3}})^2 = \frac{1}{3}$

횡토압, $H = P_A = \frac{1}{2} K_A \gamma t h^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 18 \times 5^2 = 75kN/m$

횡토압의 작용위치, $y_0 = \frac{h}{3} = \frac{5}{3}m$

전도의 안전율, $FS = \frac{\text{저항모멘트}}{\text{전도모멘트}} = \frac{W \times x_0}{H \times y_0} = \frac{250 \times 1}{75 \times \frac{5}{3}} = 2$



11. 프리스트레스트를 가하지 않은 나선철근 기둥의 최대 설계축강도 $\phi P_n = \phi_0 \times \phi [0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$ 에서 최소 편심에 대한 계수 ϕ_0 값은? (단, A_{st} =축방향 철근량, A_g =기둥의 전체 단면적, f_{ck} =콘크리트의 설계기준압축강도, f_y =철근의 항복강도, ϕ =강도감소계수이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)
- ① 0.75 ② 0.80 ③ 0.85 ④ 0.90

정답 ③

③ 나선철근 기둥의 $\phi_0 = 0.85$ 이고, 띠철근 기둥의 $\phi_0 = 0.80$ 이다.

12. 구조용 강재의 장점으로 옳지 않은 것은?

- ① 내화성이 우수하다.
 ② 급속시공이 가능하다.
 ③ 에너지 흡수능력이나 연성이 우수하다.
 ④ 단위체적당 비강성 및 비강도가 매우 크기 때문에 대규모 구조물에 적합하다.

정답 ①

① 강재는 화재에 매우 약하다. 즉, 강재는 비내화적이다.

13. 프리스트레스의 시간적 손실 원인으로 옳지 않은 것은?

- ① 콘크리트의 크리프
 ② 콘크리트의 건조수축
 ③ 긴장재 응력의 릴랙세이션

④ 포스트텐션 긴장재와 덱트 사이의 마찰

정답 ④

④ 포스트텐션 긴장재와 덱트 사이의 마찰은 즉시 손실의 원인에 해당된다.

14. 처짐을 계산하지 않을 경우, 단순지지된 리브가 없는 1방향 슬래브의 최소두께 [mm]는? (단, 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 구조물을 지지 또는 부착하지 않고, 부재의 길이 $l = 8m$, 보통중량 콘크리트와 설계기준항복강도 $f_y = 400MPa$ 을 철근을 사용하며, KDS 14 20 30 : 2021을 따른다)

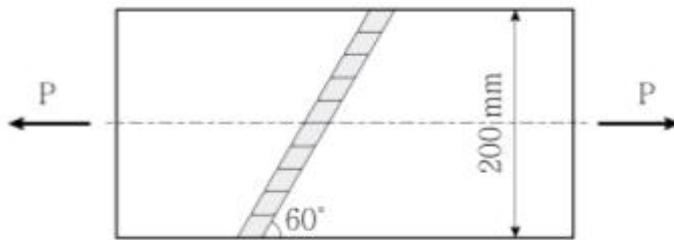
- ① 286 ② 333 ③ 400 ④ 500

정답 ③

③ 단순지지된 1방향 슬래브에서 처짐을 계산하지 않을 부재의 최소 높이는 다음과 같다.

$$h \geq \frac{l}{20} = \frac{8,000}{20} = 400mm$$

15. 그림과 같이 맞댐용접을 한 두께 12mm의 강재판에 축방향 인장력 $P=300kN$ 이 작용할 때, 용접부에 발생하는 인장응력[MPa]은? (단, 용접 시점 및 종점부의 크레이터 영향은 무시하고, KDS 14 30 25 : 2019를 따른다)



- ① 110 ② 115 ③ 120 ④ 125

정답 ④

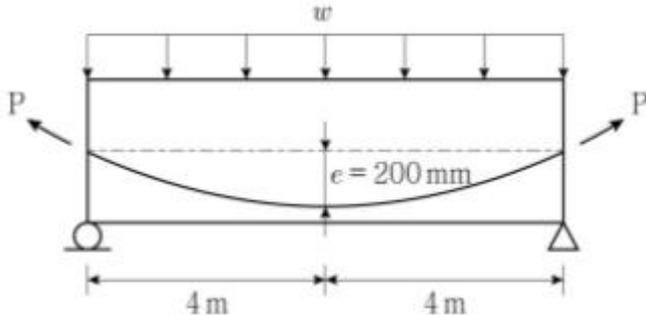
④ 용접부의 인장응력 $f = \frac{P}{\sum a \cdot l_e} = \frac{300 \times 10^3}{12 \times 200} = 125MPa$ 이다. 여기서 완전그루브용접에서 목두께 a 는 강재의 두께이고, 용접의 유효길이는 응력 작용방향에 직각한 길이로서 주어진 그림에서 200mm가 된다.

16. 프리스트레스트 콘크리트용 그라우트에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 그라우트의 물-결합재비는 45% 이하로 한다.
 - ② 사용 혼화제는 블리딩 발생이 없는 타입을 표준으로 한다.
 - ③ 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 재령 28일 인장강도로 설정할 수 있다.
 - ④ 부식성 물질의 함유로 인한 강제 부식이 구조물의 소요 성능에 손상을 일으키지 않도록 하여야 한다.

정답 ③

- ③ 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 재령 7일 또는 28일의 압축강도로 대신하여 설정할 수 있다.

17. 그림과 같은 프리스트레스트 콘크리트 단순보의 지간 중앙에서 프리스트레스트 힘 $P=500\text{kN}$ 에 의한 상향력과 평형을 이루는 등분포하중 $w[\text{kN/m}]$ 는? (단, 자중과 프리스트레스트 손실은 무시한다)



- ① 12.5 ② 13.0 ③ 13.5 ④ 14.0

정답 ①

- ① 등분포하중과 등분포상향력을 같게 하여 구한다.

$$\omega = u$$

$$\omega = \frac{8P_s}{L^2} = \frac{8 \times 500 \times 0.2}{8^2} = 12.5 \text{ kN/m}$$

18. 계수전단력 $V_u = 50\text{kN}$ 이 작용하는 직사각형 단면의 철근콘크리트 휨부재에서 전단철근을 배근하지 않아도 되는 단면의 최소폭[mm]은? (단, 보통중량콘크리

트를 사용하였고, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 25MPa$, 단면의 유효깊이 $d = 500mm$ 이며, KDS 14 20 22 : 2022를 따른다)

- ① 160 ② 320 ③ 380 ④ 480

정답 ②

② $\frac{1}{2}\phi V_c \geq V_u$ 을 만족하는 조건에서 b_w 를 구한다.

$$\frac{1}{2}\phi V_c \geq V_u$$

$$\frac{1}{2}\phi\left(\frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_{ck}}b_wd\right) \geq V_u$$

$$\frac{1}{2} \times 0.75 \times \left(\frac{1}{6} \times 1.0 \times \sqrt{25} \times b_w \times 500\right) \geq 50 \times 10^3$$

$$\therefore b_w \geq 320mm$$

19. 정사각형 독립기초의 상부기둥에 축방향으로 고정하중 $D=1,000kN$, 활하중 $L=500kN$ 이 작용하고 있으며, 기초의 자중이 $300kN$ 일 때, 독립기초의 한 변의 최소길이[m]는? (단, 기초 밑면의 허용지지력 $q_a = 200kN/m^2$ 이다)

- ① 2.4 ② 3.0 ③ 3.4 ④ 4.0

정답 ②

② 기초 저면적을 구할 때에는 사용하중에 의해서 구한다.

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{q_a} \\ &= \frac{1,000 + 500 + 300}{200} \\ &= 9m^2 \\ &= 3m \times 3m \end{aligned}$$

따라서 한 변의 최소 길이는 3m로 한다

20. 중심 축하중만을 받는 철근콘크리트 단주의 역학적 거동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 띠철근 기둥은 나선철근 기둥에 비해 횡구속이 크지 않다.
 ② 나선철근 기둥은 지진구역과 같이 연성의 증가가 필요한 곳에 주로 사용된다.

- ③ 나선철근 기둥의 나선철근량이 작고, 간격이 크면 취성파괴가 일어날 수도 있다.
- ④ 띠철근 기둥은 심부(core)콘크리트의 파괴, 피복 콘크리트 탈락, 주철근 좌굴 순으로 파괴된다.

정답 ④

- ④ 띠철근 기둥은 피복 콘크리트 탈락, 심부(core)콘크리트의 파괴, 주철근 좌굴 순으로 파괴된다.